

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yukio MORISHIGE et al.

Title: METHOD AND DEVICE FOR CORRECTING PATTERN FILM ON A SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

Appl. No.: To Be Assigned

Filing Date: 10/19/2001

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned



CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2000-320107 filed October 19, 2000.

Respectfully submitted,

Date October 19, 2001

By

Reg No 41514

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5407

Facsimile: (202) 672-5399

David A. Blumenthal
Attorney for Applicant
Registration No. 26,257

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年10月19日

出願番号

Application Number:

特願2000-320107

出願人

Applicant(s):

日本電気株式会社



2001年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3071576

【書類名】 特許願
 【整理番号】 70902888
 【提出日】 平成12年10月19日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 C23C 16/44
 H01L 21/205
 H01S 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 森重 幸雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 大宮 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100103090

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩壁 冬樹

【電話番号】 03-3811-3561

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050496

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン修正方法及びパターン修正装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、

前記基板の下方から前記基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手段を通じて前記基板のレーザ照射部に吹き付けて、前記基板上に膜を形成し、前記基板上のパターン膜の白欠陥を修正することを特徴とするパターン修正方法。

【請求項 2】 保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、

前記基板の下方から前記基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手段を通じて前記基板のレーザ照射部に吹き付けて、前記基板上に膜を形成し、前記基板上のパターン膜の白欠陥を修正し、

また、前記基板の下方から前記基板の加工面に対してレーザ光を照射して、前記基板上の不要なパターン膜を除去し、前記基板上のパターン膜の黒欠陥を修正する

ことを特徴とするパターン修正方法。

【請求項 3】 保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、

ガス供給手段から供給される酸素ガスをガス導入手段を通じて前記基板のレーザ照射部に吹き付けるとともに、前記基板の下方から前記基板の加工面に対してレーザ光を照射して、前記基板上の不要なパターン膜を酸化させ、

また前記基板の下方から前記基板の加工面に対してレーザ光を照射して、前記酸化されたパターン膜を剥離させ、

このパターン膜の酸化及び剥離の工程を繰り返すことにより、前記基板上の不要なパターン膜を除去して前記基板上のパターン膜の黒欠陥を修正する

ことを特徴とするパターン修正方法。

【請求項 4】 ガス供給手段から供給される、ガス導入手段のレーザ光を導入する窓の曇りを防止するパージガス及び C V D に必要な C V D ガスのうちのキャリアガスの主成分をヘリウムとしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 記

載のパターン修正方法。

【請求項 5】 保持手段は、基板を吸着して保持する吸着ユニットとしたことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれか 1 項記載のパターン修正方法。

【請求項 6】 基板の加工面を下向きに保持する保持手段と、
レーザー光を発生するレーザー光源と、
前記レーザー光源が発生したレーザー光を前記基板の加工面の白欠陥部に対して下方から照射するとともに、前記基板のパターン膜を観察するレーザー照射観察手段と、
ガスを供給するガス供給排気手段と、
前記ガス供給手段から供給されるガスを前記基板の加工面の白欠陥部に局所的に吹き付けるとともに、前記レーザー照射観察手段からのレーザー光を窓から導入して前記基板の加工面の白欠陥部に照射して、その白欠陥部に膜を形成させるガスウインドウ部と
を備えたパターン修正装置。

【請求項 7】 基板の加工面を下向きに保持する保持手段と、
レーザー蒸散用の第 1 のレーザー光源と、
レーザー C V D 用の第 2 のレーザー光源と、
前記第 1 のレーザー光源及び前記第 2 のレーザー光源が発生したレーザー光を前記基板の加工面の欠陥部に対して下方から照射するとともに、前記基板のパターン膜を観察するレーザー照射観察手段と、
ガスを供給するガス供給排気手段と、
前記ガス供給手段から供給されるガスを前記基板の加工面の白欠陥部に局所的に吹き付けるとともに、前記レーザー照射観察手段からのレーザー光を窓から導入して前記基板の加工面の白欠陥部に照射して、その白欠陥部に膜を形成させ、また前記レーザー照射観察手段からのレーザー光を前記窓から導入して前記基板の加工面の黒欠陥部に照射して、その黒欠陥部を蒸散させるガスウインドウ部と
を備えたパターン修正装置。

【請求項 8】 ガス供給手段から供給される、ガス導入手段のレーザー光を導

入する窓の曇りを防止するパージガス及びCVDに必要なCVDガスのうちのキャリアガスの主成分をヘリウムとしたことを特徴とする請求項6又は請求項7記載のパターン修正装置。

【請求項9】 保持手段は、基板を吸着して保持する吸着ユニットとしたことを特徴とする請求項6から請求項8のうちのいずれか1項記載のパターン修正装置。

【請求項10】 基板が透明であって、吸着ユニットの上板が透明とされ、前記基板の上方に配置された前記基板を照明する透過照明手段が設けられ、前記吸着ユニットの前記上板のガラス厚と前記基板の厚みとを合計した厚みに対して、前記透過照明手段の照明光の光学歪みを補正するように構成されたことを特徴とする請求項6から請求項9のうちのいずれか1項記載のパターン修正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体フォトマスクなどにおける半導体基板上の微細なパターンの欠陥を修正するパターン修正方法及びパターン修正装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体フォトマスクは、半導体デバイスや液晶ディスプレイなどの製造工程でウエハ上に回路パターンを露光するために用いられるものであり、透明な半導体基板上に微細なパターン膜（遮光膜）が形成される。この半導体フォトマスクは、基板上にパターン膜が形成される際、そのパターン膜の一部が欠損する白欠陥（欠損欠陥）や、基板上に余分なパターン膜が残留する黒欠陥（残留欠陥）が発生する場合がある。

【0003】

半導体フォトマスクの白欠陥の修正は、一般に、Cr（クロム）等を含む原料ガス中に置かれた基板の白欠陥部にレーザ光を照射し、基板のレーザ照射面での原料ガスを熱分解することにより、白欠陥部にCr等の膜を形成する（成長させる）レーザCVD（Chemical Vapor Deposition；化学気相成長法）法が用いら

れている。

【 0 0 0 4 】

このようなレーザCVD法による半導体フォトマスクの白欠陥の修正については、例えば、特開平10-324973号公報に「レーザCVD装置」が記載されている（以下、従来技術1という）。従来技術1は、基板に対して上方にレーザ照射顕微光学系（レーザ光源及び照射観察ユニット）が配置され、そのレーザ照射顕微光学系よりレーザ光を上方から原料ガス中に置かれた基板の上面の白欠陥部に照射して、白欠陥部にCr等の膜を形成するものである。この従来技術1によれば、レーザ照射顕微光学系（スリット）で整形したレーザ光を原料ガス中の基板上に結像照射することにより、白欠陥部を高精度に加工することができる。

【 0 0 0 5 】

また、半導体フォトマスクの黒欠陥の修正は、基板上に残留している不要なパターン膜（黒欠陥）にレーザ光源からレーザ光を照射して、そのパターン膜を蒸発（飛散）させて除去する。

【 0 0 0 6 】

このような半導体フォトマスクの黒欠陥の修正については、例えば、特開平7-104459号公報に「フォトマスクの欠陥修正方法及び修正装置」が記載されている（以下、従来技術2という）。従来技術2は、基板の加工面（パターン膜が被着された面）を下向きにし、上方から透明な基板を通してレーザ光を不要なパターン膜（黒欠陥部）に照射して、そのパターン膜を蒸発させて除去するものである。この従来技術2によれば、基板の加工面を下向きにすることにより、パターン膜をレーザ光で蒸発させて除去する際に発生する微粒子が下方に落下するため、基板上にこのような微粒子が付着するのを抑制することができ、その結果、高精度の黒欠陥の修正が可能となる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記した従来技術1（白欠陥の修正方法）では、基板の上方からレーザ光を基板の上面の白欠陥部に照射して、白欠陥部に膜を形成するので、レーザ

CVD時に生成した分解物の一部が微粒子となって気相中に漂い、その後、基板上の被加工部の周囲に再付着する。そして、この再付着した微粒子がCVDの核となり膜が形成され、レーザ光の照射形状の外側に膜のエッジが膨らんでしまう。このため、基板の加工面を下向きにしてパターン膜をレーザ光で蒸発させて除去する黒欠陥の修正（従来技術2）に比べ、レーザCVDによりパターン膜を形成する白欠陥の修正の精度が劣るという欠点があった。

【0008】

一方、上記した従来技術2（黒欠陥の修正方法）では、基板の加工面を下向きにして不要なパターン膜をレーザ光で蒸発させて除去するので、レーザ蒸散法により生成した微粒子の大部分は下方に落下する。しかし、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微粒子は、基板の加工部の周辺に再付着して、加工部周辺の透過率の低下を招いてしまう。この問題は、特に、フォトマスク原盤上で $0.5\mu\text{m}$ 程度の超微細なパターンルールに相当する最近の最先端の半導体プロセスに用いる $0.13\mu\text{m}$ ルール用のフォトマスクの修正装置においては重大な問題となってしまう。

【0009】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、基板上のパターン膜の欠陥を高精度に修正することができるパターン修正方法及びパターン修正装置を得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1及び6記載の発明に係るパターン修正方法及びパターン修正装置は、保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けて、基板上に膜を形成し、基板上のパターン膜の白欠陥を修正するものである。

【0011】

請求項2及び7記載の発明に係るパターン修正方法及びパターン修正装置は、保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手

段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けて、基板上に膜を形成し、基板上のパターン膜の白欠陥を修正し、また、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射して、基板上の不要なパターン膜を除去し、基板上のパターン膜の黒欠陥を修正するものである。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 記載の発明に係るパターン修正方法は、保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、ガス供給手段から供給される酸素ガスをガス導入手段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けるとともに、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射して、基板上の不要なパターン膜を酸化させ、また基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射して、酸化されたパターン膜を剥離させ、このパターン膜の酸化及び剥離の工程を繰り返すことにより、基板上の不要なパターン膜を除去して基板上のパターン膜の黒欠陥を修正するものである。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 及び 8 記載の発明に係るパターン修正方法及びパターン修正装置は、ガス供給手段から供給される、ガス導入手段のレーザ光を導入する窓の曇りを防止するパージガス及び C V D に必要な C V D ガスのうちのキャリアガスの主成分をヘリウムとしたものである。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 及び 9 記載の発明に係るパターン修正方法及びパターン修正装置は、保持手段を、基板を吸着して保持する吸着ユニットとしたものである。

【 0 0 1 5 】

請求項 1 0 記載の発明に係るパターン修正装置は、基板が透明であって、吸着ユニットの上板が透明とされ、基板の上方に配置された基板を照明する透過照明手段が設けられ、吸着ユニットの上板のガラス厚と基板の厚みとを合計した厚みに対して、透過照明手段の照明光の光学歪みを補正するように構成したものである。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態 1.

図 1 は、本発明のパターン修正装置の全体を示す構成図である。図 1 において、第 1 のレーザ光源（レーザ光源）1 は、レーザ蒸散用、即ち、黒欠陥修正用のレーザであって、パルス幅 0.8 ns、波長 355 nm 及び繰り返し周波数 3 Hz のレーザ光を発生する Nd:YVO₄ レーザで構成されている。また、第 2 のレーザ光源（レーザ光源）2 は、レーザ CVD 用、即ち、白欠陥修正用のレーザであって、パルス幅 30 ns、波長 349 nm 及び繰り返し周波数 7 Hz のレーザ光を発生する Nd:YLF レーザで構成されている。

【0017】

レーザ照射顕微光学ユニット（レーザ照射観察手段）3 は、第 1 のレーザ光源 1 及び第 2 のレーザ光源 2 が発生するレーザ光を基板 16 の加工面に対して照射するとともに、基板 16 上のパターンを観察する顕微鏡の役割を果たすものである。このレーザ照射顕微光学ユニット 3 は、基板 16 の下方からレーザ光を照射するように、ガスウインドウ部 6 上方の基板 16 の加工位置に対して下方に配置されている。対物レンズ 4 は、レーザ照射顕微光学ユニット 3 から照射されるレーザ光を集光し、その集光したレーザ光をガスウインドウ部 6 を介して基板 16 に対して照射するものである。

【0018】

ガス供給排気ユニット（ガス供給手段、ガス供給排気手段）5 は、ガスウインドウ部 6 と配管で接続され、そのガスウインドウ部 6 に対して CVD ガス（原料ガス及びキャリアガス）及びパージガスを供給するとともに、ガスウインドウ部 6 から排気される排気ガスの無害化処理を行うものである。ここで、CVD ガスの原料ガスとしては、クロムカルボニルガスが用いられ、また、CVD ガスのキャリアガス及びパージガスとしては、ヘリウムガス又はアルゴンガスが用いられる。

【0019】

ガスウインドウ部（ガス導入手段）6 は、基板 16 の加工位置の下方に配置され、その基板 16 の下側の加工面を覆う構造であり、また、レーザ照射顕微光学ユニット 3 から対物レンズ 4 を介して下方から基板 16 の加工面に照射されるレ

ーザ光を導入する窓を備えている。ガスウインドウ部 6 は、レーザ光を導入する窓の曇りを防止するために、その窓に対してガス供給排気ユニット 5 から配管を通して供給されるパージガスを吹き付けるとともに、ガス供給排気ユニット 5 から配管を通して供給されるパターン膜の原料となる C V D ガスを基板 1 6 の加工面に対して吹き付ける。そして、ガスウインドウ部 6 は、レーザ C V D 反応後の排気ガスを吸い込んで、その排気ガスをガス供給排気ユニット 5 に送る。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、そのようなガスウインドウ部 6 の具体的構成を示す断面図である。尚、図 2 において、ガスウインドウ部 6 の構造を解りやすく示すために、ガスウインドウ部 6 と基板 1 6 の間隔を離しているが、実際は、ガスウインドウ部 6 と基板 1 6 の間隔は、0. 5 m m の微小な間隙である。

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、ガスウインドウ部 6 は、基板 1 6 の加工位置の下方に配置されている。ガスウインドウ部 6 は、円板形状に形成されており、その中心に略円錐状に削り貫いた空間部が形成されている（中心が略円錐状の空洞となっている）。ガスウインドウ部 6 の底面（対物レンズ 4 側の面）には、空間部によって径の大きな穴が開けられ、その穴は、レーザ照射顕微光学ユニット 3 から対物レンズ 4 を介して照射されるレーザ光を通すための窓 2 0 で塞がれている。

【 0 0 2 2 】

円板形状のガスウインドウ部 6 には、側面から中心の空間部に亘って貫通されたパージガス出口 2 1 及び原料供給ノズル 2 2 が設けられている。パージガス出口 2 1 は、ガス供給排気ユニット 5 から供給される窓 2 0 の曇りを防止するためのパージガスを吹き出す出口であり、窓 2 0 にパージガスを吹き付けるために窓 2 0 付近に設けられている。原料供給ノズル 2 2 は、ガス供給排気ユニット 5 から供給される C V D ガス（原料ガス及びキャリアガス）を吹き出す出口であり、空間部によって上面（基板 1 6 側の面）に開けられた径の小さなレーザ照射穴 2 5 の付近に設けられている。

【 0 0 2 3 】

また、ガスウインドウ部 6 の上面には、レーザ照射穴 2 5 から基板 1 6 の加工

面に対して吹き出されたガス（CVDガス及びパージガス）が周囲に漏れ出さないようにするために、レーザ照射穴 2 5 を中心とした円周に沿って溝状の吸込口 2 3 が設けられている。この吸込口 2 3 は、排気ガスをガス供給排気ユニット 5 に送る吸込パイプ 2 4 と通じている。

【 0 0 2 4 】

図 2 における矢印は、パージガス及びCVDガスの流れの方向を示している。パージガスは、パージガス出口 2 1 から窓 2 0 に対して吹き付けられた後、上昇してレーザ照射穴 2 5 から上向きに吹き出て、ガスウインドウ部 6 の上面と基板 1 6 の間をぬけて吸込口 2 3 に吸い込まれるように流れる。CVDガスは、原料供給ノズル 2 2 から吹き出ると、レーザ照射穴 2 5 を通って基板 1 6 の加工面に対して上向きに吹き付けられ、ガスウインドウ部 6 の上面と基板 1 6 の間をぬけて吸込口 2 3 に吸い込まれるように流れる。

【 0 0 2 5 】

また、矢印で示すように、ガスウインドウ部 6 の外側からは、空気が吸込口 2 3 に向かって流れる。従って、吸込口 2 3 のところで周囲の空気雰囲気とレーザ照射穴 2 5 からのガス雰囲気とが分離され、真空装置を用いることなくレーザCVDによる成膜を安定に行うことができるような構成となっている。

【 0 0 2 6 】

また、レーザ照射顕微光学ユニット 3 から対物レンズ 4 を介して照射されるレーザ光は、ガスウインドウ部 6 の底面の窓 2 0 から導入され、ガスウインドウ部 6 の空間部及びレーザ照射穴 2 5 を通って基板 1 6 の加工面に照射される。

【 0 0 2 7 】

図 1 に戻って、透過照明（透過照明手段） 7 は、レーザ照射顕微光学ユニット 3 で基板 1 6 の微細なパターンを観察するために、透明な基板 1 6 に光を照らすものである。この透過照明 7 は、基板 1 6 のパターン観察に最適な照明となるように、基板 1 6 の厚みと吸着ユニット 9 の透明カバー 3 1（図 3 参照）の厚みから決まるガラス補正量を考慮して、最適な照明広がり角となるように設計される。

【 0 0 2 8 】

尚、レーザ照射顕微光学ユニット 3、対物レンズ 4、ガスウインドウ部 6 及び透過照明 7 から、基板 1 6 上の微細なパターンを観察する観察光学系が構成される。この観察光学系は、観察波長 3 6 5 n m であって、また、観察モードとして、透過照明 7、観察照明、及びレーザ照射形状を基板 1 6 上に映すスリット照明を必要に応じて選択することができるように構成されている。

【 0 0 2 9 】

X Y ステージ 8 は、基板 1 6 をハンドラ 1 4 の台の上の受渡位置（図 1 の実線の基板 1 6 の位置）と加工位置（ガスウインドウ部 6 の上方位置）との間で横方向（図 1 の矢印方向）に移動させて運ぶものである。この X Y ステージ 8 は、透過照明 7 からの光を透過させるように透明に構成されている。

【 0 0 3 0 】

吸着ユニット（保持手段） 9 は、基板 1 6 を吸着して保持するものであり、X Y ステージ 8 に固定されている。図 3 は、吸着ユニット 9 の具体的構成を示す断面図である。図 3 に示すように、方形の枠状の吸着マウント 3 0 は、その枠内の上面に 3 m m の厚さの透明な石英ガラスからなる透明カバー 3 1 が嵌め込まれて構成されている。吸着マウント 3 0 の上面には、X Y ステージ 8 に固定するステージ固定ネジ 3 2 が設けられている。また、吸着マウント 3 0 の枠の内側（透明カバー 3 1 の下部）には、O リング溝 3 3 が設けられ、その O リング溝 3 3 にゴム状の O リング 3 4 が嵌め込まれている。この O リング 3 4 が吸着マウント 3 0 の枠の内側に嵌め込まれることにより、基板 1 6 を吸着した際の吸着マウント 3 0 の枠内で気密性が保たれるようになっている。

【 0 0 3 1 】

また、吸着マウント 3 0 は、その側面から枠内に吸着チューブ 1 0 が差し込まれている。この吸着チューブ 1 0 は、図 1 に示すように、圧力センサ 1 1 を介して吸着ポンプ 1 2 と接続されており、この吸着ポンプ 1 2 で吸着ユニット 9 の吸着マウント 3 0 の枠内（空間内）の空気を吸い込むことによって（排気することによって）、吸着マウント 3 0 の枠内が負圧となり、基板 1 6 を吸い上げることが可能となる。

【 0 0 3 2 】

吸着ユニット 9 で基板 1 6 を吸着した状態では、図 3 に示すように、基板 1 6 の下面が、吸着マウント 3 0 の下面と同じ高さとなるように構成されている。このように構成することにより、ガスウインドウ部 6 と基板 1 6 の微小な間隔を維持したまま、X Y ステージ 8 を面内で自由に移動させることができ、また、ガスウインドウ部 6 と基板 1 6 との間のガスの流れが一定となる（安定となる）ため、ガスの流れが乱れることによって、生成される膜の劣化が生じたり、ガスがガスウインドウ部 6 の外部（周囲）に漏れるのを防止することができる。

【 0 0 3 3 】

図 1 に戻って、画像処理ユニット 1 3 は、基板 1 6 がハンドラ 1 4 の台の取出位置（図 1 の点線の基板 1 6）上に正しく載せられているか否かを確認するために、ハンドラ 1 4 の台の取出位置に載せられた基板 1 6 を撮像するものである。ハンドラ 1 4 は、オペレータによって台の取出位置に基板 1 6 が載せられると、その台が回転して基板 1 6 を吸着ユニット 9 の受渡位置まで持っていき、その後、Z 軸機構で上方向（図 1 の矢印方向）に台を移動させて、基板 1 6 を吸着ユニット 9 が吸着可能な位置まで持っていく。また、ハンドラ 1 4 は、フォトマスクの欠陥の修正が終了した後に、吸着ユニット 9 から放された基板 1 6 が台の上に載せられると、その台を Z 軸機構で下方向（図 1 の矢印方向）に移動させ、その後、台が回転して基板 1 6 を取出位置まで持っていく。

【 0 0 3 4 】

制御ユニット 1 5 は、第 1 のレーザ光源 1、第 2 のレーザ光源 2、レーザ照射頭微工学ユニット 3、ガス供給排気ユニット 5、透過照明 7、X Y ステージ 8、圧力センサ 1 1、吸着ポンプ 1 2、ハンドラ 1 3 及び画像処理ユニット 1 4 などのパターン修正装置の各部の動作を制御するものである。

【 0 0 3 5 】

次に、動作について説明する。

（１）パターン修正装置によるフォトマスクの白欠陥及び黒欠陥の修正動作（パターン修正方法）について説明する。

フォトマスクの白欠陥及び黒欠陥の修正を行う前提として、フォトマスク検査装置でフォトマスクの白欠陥及び黒欠陥が検出される。そして、フォトマスク検

査装置で検出されたフォトマスクの白欠陥及び黒欠陥に関する欠陥データは、パターン修正装置の制御ユニット 1 5 に格納される。

【 0 0 3 6 】

フォトマスクの白欠陥及び黒欠陥を修正する場合、まず、オペレータが、6 インチのフォトマスクの基板 1 6 を、ハンドラ 1 4 の台の取出位置に置く。制御ユニット 1 5 は、画像処理ユニット 1 3 を動作させて、基板 1 6 のセット角度や中心位置の情報を画像処理ユニット 1 3 から取得して認識する。制御ユニット 1 5 は、その認識情報に基づいて、基板 1 6 を吸着ユニット 9 の受渡位置まで移動させたときに、基板 1 6 と吸着ユニット 9 の角度ずれが所定の範囲内の値となるように、ハンドラ 1 4 に対して台を回転させるように指令すると同時に、受渡位置近傍で吸着ユニット 9 の位置が基板 1 6 のセット位置になるように、X Y ステージ 8 に対して横方向の位置の微調整を指令する。

【 0 0 3 7 】

次に、制御ユニット 1 5 は、ハンドラ 1 4 の Z 軸機構を所定量上方に持ち上げるように指令するとともに、吸着ポンプ 1 2 に吸着ユニット 9 の吸着を開始させる。吸着ポンプ 1 2 は、吸着ユニット 9 の内部圧力が 0 . 3 気圧になるように、圧力センサ 1 1 の値から吸着ユニット 9 のコンダクタンスを調整する。そして、制御ユニット 1 5 は、ハンドラ 1 4 の Z 軸機構を下げて待機位置に停止させるように指令する。

【 0 0 3 8 】

次に、制御ユニット 1 5 は、基板 1 6 が吸着ユニット 9 に吸着された後、基板 1 6 がガスウインドウ部 6 の上の加工位置に来るように X Y ステージ 8 を移動させる。この状態で、制御ユニット 1 5 は、ガス供給排気ユニット 5 からガスウインドウ部 6 にパージガス及び C V D ガスを流すようにガス供給排気ユニット 5 に対して指令する。ここで、C V D ガスのキャリアガス及びパージガスとしてはアルゴンガスを用いるものとし、C V D ガスの原料ガスとしてはクロムカルボニルガスを用いるものとする。また、C V D ガス流量は 7 0 s c c m とし、パージガス流量は 1 5 0 0 s c c m としている。

【 0 0 3 9 】

次に、制御ユニット 15 は、予め格納されている欠陥データに基づいて、基板 16 上の白欠陥部の位置がガスウインドウ部 6 のレーザ照射穴 25 上に来るように X Y ステージ 8 を移動させる。オペレータは、レーザ照射顕微光学ユニット 3 で基板 16 上の白欠陥部を目視により確認（観察）し、修正すべき形状にレーザ照射顕微光学ユニット 3 のレーザ照射スリットのサイズ、角度及び位置を微調整した後、CVD 用レーザの第 2 のレーザ光源 2 からレーザ光を 5 秒間照射して、基板 16 上の白欠陥部に膜を形成させて白欠陥を修正する。この工程を繰り返して、基板 16 上の全ての白欠陥を修正する。

【 0 0 4 0 】

オペレータは、基板 16 上の全ての白欠陥の修正が終了すると、CVD ガスの供給を停止させて、パージガスのみ流す状態にする。この状態で、制御ユニット 15 は、基板 16 上の黒欠陥部の位置がガスウインドウ部 6 のレーザ照射穴 25 上に来るように X Y ステージ 8 を移動させる。そして、オペレータは、上記と同様に、レーザ照射顕微光学ユニット 3 で基板 16 上の黒欠陥部を目視により確認し、修正すべき形状にレーザ照射顕微光学ユニット 3 のレーザ照射スリットのサイズ、角度及び位置を微調整した後、レーザ蒸散用の第 1 のレーザ光源 1 から所定の強度のレーザ光を 2 ショット照射して、基板 16 上に残留している黒欠陥の膜を蒸発させて黒欠陥を修正する。次に、別の黒欠陥の位置に移動して、同様の工程を繰り返すことにより、基板 16 上の別の黒欠陥を修正する。

【 0 0 4 1 】

基板 16 上の全ての黒欠陥の修正が終了すると、制御ユニット 15 は、パージガスの供給を停止させて、吸着ユニット 9 が受渡位置まで来るように X Y ステージ 8 を移動させる。そして、制御ユニット 15 は、ハンドラ 14 の Z 軸機構を上方に持ち上げた後、吸着ユニット 9 を解除させて基板 16 をハンドラ 14 の台の上に渡す。制御ユニット 15 は、ハンドラ 14 の Z 軸機構を下げた後、台を回転させて基板 16 を取出位置まで移動させる。オペレータは、その基板 16 を取出して、白欠陥及び黒欠陥の修正作業を終える。

【 0 0 4 2 】

(2) 次に、本発明のパターン修正方法の特性について、従来のパターン修正方

法の特性と比較して、より詳細に説明する。

基板の上方からレーザ光を基板の加工面に対して照射して白欠陥を修正する従来のパターン修正方法では、パージガス及びCVDガスのキャリアガスをアルゴンとして $5\mu\text{m}$ 角 ($5\times 5\mu\text{m}$) のCr膜を形成する場合、最適加工条件でも、レーザ照射サイズが $5\mu\text{m}$ 角に対し、CVDサイズ (形成された膜のサイズ) は $5.4\mu\text{m}$ 角程度に膨らみ、同じ加工条件でも $0.1\mu\text{m}$ 以上の加工幅変動が観測された。

【0043】

これに対して、本発明のパターン修正方法では、レーザCVDで $5\mu\text{m}$ 角のCr膜を形成する場合、レーザ照射サイズが $5\mu\text{m}$ 角に対し、CVDサイズは $5.2\mu\text{m}$ 角と膨らみ減少し、かつ同じ加工条件での加工幅変動は $0.07\mu\text{m}$ 程度に改善された。さらに、パージガス及びCVDガスのキャリアガスをアルゴンガスでなくヘリウムガスとした場合には、レーザ照射サイズが $5\mu\text{m}$ 角に対し、CVDサイズは $4.9\mu\text{m}$ 角となり、加工変動幅も $0.03\mu\text{m}$ に大幅に改善された。

【0044】

雰囲気ガスのヘリウム化は、気相中の微粒子の平均自由行程を、アルゴンガスや空気に比べて、一桁程度長くするため、レーザCVDにより生じ気相中に飛び出した分解物の微粒子が、急速に広い範囲に拡散し、また、直ぐに基板16から離れるため、再付着の密度が減少したものと考えられる。もちろん、雰囲気ガスがアルゴンガスの場合でも、上記したように、基板16の加工面を下に向けて基板16の下方からレーザ光を照射することにより、気相中に飛び出した分解物の微粒子が、落下する方向に動くために、基板16上の加工部周辺に再付着する割合が大幅に小さくなる。

【0045】

尚、パージガス及びCVDガスのキャリアガスをヘリウムガスとした場合について説明したが、パージガス又はCVDガスのキャリアガスのいずれか一方のみヘリウムガスとするだけでも、CVDサイズの広がりを抑制することができる。

【0046】

図みに、図 2 に示すように、パージガスの流れは、ガスウインドウ部 6 の上面では高速な上昇気流となっているので、レーザ C V D 時に発生して気相中に飛び出した微粒子の流れは、基板 1 6 から数 1 0 μ m 程度の厚みの流れに関する境界層厚さ程度の範囲では落下する方向に動き、境界層厚さ以上の範囲ではガスウインドウ部 6 の上面の中心から半径方向に向かって流れる気流に乗って吸込口 2 3 に吸い込まれる。

【 0 0 4 7 】

境界層厚さは、気体の粘性率、基板 1 6 の平坦度等に依存して変化するが、一般的には、アルゴンガスの方がヘリウムガスに比べて厚くなると考えられる。但し、微粒子の平均自由行程が伸びて、落下する作用の方が大きくなったため、ヘリウムガスの方がレーザ C V D の加工幅の広がり抑制に有効に作用したと考えられる。

【 0 0 4 8 】

(3) 次に、吸着ユニット 9 の働きについて説明する。

上記したように、吸着ユニット 9 は、基板 1 6 の加工面と反対側の上面を負圧にして基板 1 6 を吸着する。このような吸着方法は、基板 1 6 の下面側を加工面として基板 1 6 を保持し、かつ基板 1 6 の加工面とガスウインドウ部 6 の上面にぶつかるような出っ張りを生じないために極めて有効となっている。また、吸着ユニット 9 の上板を透明カバー 3 1 とし、吸着ユニット 9 の透明カバー 3 1 のガラス厚と基板 1 6 の厚みとを合計した厚みに対して、透過照明 7 のレンズの歪み補償を最適化して（透過照明 7 の照明光の光学歪みを補正して）構成することで、高 N A （開口数）の対物レンズ 4 に最適な有効 N A の照明光学系が形成され、その結果、高解像度の透過光観察が可能となる。

【 0 0 4 9 】

また、吸着ユニット 9 の吸着圧力を基板 1 6 の厚みに応じて選択することにより、2 . 3 m m 程度の薄い 5 インチサイズの基板厚の場合にも、吸着圧力を 0 . 3 k g / c m² 程度の小さい負圧に保つことにより、基板 1 6 が割れるなどの問題が発生するを防止することができる。

【 0 0 5 0 】

尚、上記実施の形態では、不要なパターン膜を除去する場合（黒欠陥を修正する場合）には、CVDガスの供給を停止していたが、CVDガスの供給を行っている場合でも、パターン膜の除去に用いる短いパルス光の照射による除去効果に殆ど差が見られなかったので、CVDガスの供給を必ずしも停止する必要はない。但し、CVDガスを停止すれば、原料の消費量を抑えることができ、原料ガスの交換寿命を延ばせるという利点がある。

【 0 0 5 1 】

また、上記実施の形態では、基板 1 6 を吸着ユニット 9 に吸着した後に、基板 1 6 の傾き等のチェックを行っていないが、必要に応じて、基板 1 6 の高さチェックセンサ等を配置して、基板 1 6 の位置が正常か否かのチェックを行うなどのインタロック機構を設けてもよい。

【 0 0 5 2 】

以上のように、この実施の形態 1 によれば、吸着ユニット 9 で基板 1 6 の加工面を下向きに保持し、下方から基板 1 6 の加工面に対してレーザ光を照射して、レーザCVDによりフォトマスクの白欠陥の修正を行うように構成したので、レーザCVD時に発生する微粒子が基板 1 6 上に再付着するのが抑制され、パターン膜のレーザ照射サイズからの膨らみ及びサイズ再現性を大幅に改善でき、その結果、フォトマスクの高精度な加工を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

また、レーザ蒸散用の第 1 のレーザ光源 1 とレーザCVD用の第 2 のレーザ光源 2 を設けて、第 1 のレーザ光源 1 及び第 2 のレーザ光源 2 から照射されるレーザ光を基板 1 6 の加工面に対して下方から照射するように構成したので、レーザCVDによる成膜作用によりパターン膜の白欠陥を修正する機能とレーザ光でパターン膜の残留部分を蒸散させるパターン膜の黒欠陥を修正する機能とを、1 台のパターン修正装置で実現することができる。従って、フォトマスクの白欠陥を修正する際に、レーザCVD時に発生する微粒子が基板 1 6 上に再付着するのを抑制できるとともに、フォトマスクの黒欠陥を修正する際に、レーザ光で膜を蒸散させる時に発生する微粒子が基板 1 6 上の加工部周辺に再付着するのを抑制することができ、フォトマスクの白欠陥及び黒欠陥を高精度に修正することが可能

となる。

【 0 0 5 4 】

また、レーザCVDに必要なパージガス及びCVDガスのキャリアガスの主成分をヘリウムガスとすることにより、一層、レーザCVD時に発生する微粒子が基板16上に再付着するのが抑制され、より高精度な基板16のパターン膜の加工を行うことができる。

【 0 0 5 5 】

また、パターン膜の欠陥の修正を行う際に、基板16を吸着ユニット9で吸着して保持するように構成したので、基板16の加工面を容易に下向きに保持することができる。

【 0 0 5 6 】

また、吸着ユニット9の上板を透明な透明カバー31とし、吸着ユニット9の透明カバー31のガラス厚と基板16の厚みとを合計した厚みに対して、透過照明7のレンズの歪み補償を最適化して構成することで、高NAの対物レンズ4に最適な有効NAの照明光学系が形成され、その結果、高解像度の透過光観察が可能となる。

【 0 0 5 7 】

実施の形態2.

この実施の形態2では、フォトマスクの黒欠陥の修正（不要な膜を除去）する方法を改良したものである。尚、この実施の形態2におけるパターン修正方法で使用する装置については、上記図1から図3に示したものと同様である。

【 0 0 5 8 】

上記実施の形態1では、パージガスとしてアルゴンガス又はヘリウムガスを流していたが、この実施の形態2では、パージガスとして酸素ガスを流し、CVDガスの供給を停止しておく。この状態で、第1のレーザ光源1から黒欠陥部のCr膜に通常除去パワーの25%の強度（実施の形態1で説明したレーザ光の強度）でレーザ光を1ショット照射すると、Cr膜の表面のARコート層b（反射防止膜）を形成している酸化Cr膜が約200Å除去され、下地のCr膜が露出する。

【 0 0 5 9 】

次に、第 2 のレーザ光源 2 からレーザ光を基板 1 6 の C r 膜が蒸散を起こさない強度のレーザパワーで 0. 5 秒照射すると、露出した C r 膜の表面が酸化して変色する。その酸化して変色した後に、第 1 のレーザ光源 1 から 1 ショット、最初と同じパワーでレーザ光を照射すると、変色層が剥がれて高反射率の C r 面が現れる。この行程（C r 膜表面の酸化及び剥離）を 1 0 回行くと、基板 1 6 の黒欠陥部の C r 膜がガラス面となり、加工作業が完了する。

【 0 0 6 0 】

このように、このパターン修正方法によれば、通常黒欠陥の除去加工に必要なレーザパワーのおよそ 2 5 % の弱いパワーで除去加工可能であるため、石英の基板 1 6 のダメージを浅く抑えることが可能となる。即ち、通常黒欠陥の除去加工では、加工条件を最適化しても、平均で 3 0 0 Å の深さの基板 1 6 の石英層が掘られてしまったが、上記のように酸化膜形成及び除去工程を繰り返す場合には、基板 1 6 の石英層のダメージ深さを 5 0 Å に大幅に低減することができた。

【 0 0 6 1 】

また、C r 膜を酸化膜形成して除去することにより、除去されるとき分子量が C r よりも大きい C r 2 O 3 となるので、C r 膜の除去により生成された微粒子が沈降し易くなり、基板 1 6 への再付着をさらに低減することができた。また、加工形状の点でも従来の除去加工方法での加工エッジに比べ、この実施の形態 2 では加工エッジの直線性がよく、かつエッジの側壁が滑らかできれいであった。また、従来の除去加工方法では、5 μ m 角の加工を行った場合、加工部周辺の透過率低下は 1. 5 % であったが、この実施の形態 2 では、透過率低下は 1 % 以下に改善された。

【 0 0 6 2 】

尚、本発明のパターン修正装置は、上記各実施の形態で説明した構成に限定されるものではなく、本発明の技術的範囲内において適宜変更され得るものである。

【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

以上のように、請求項 1 及び 6 記載の発明によれば、保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けて、基板上に膜を形成し、基板上のパターン膜の白欠陥を修正するので、白欠陥修正時に発生する微粒子が基板上に再付着するのが抑制され、パターン膜のレーザ照射サイズからの膨らみ及びサイズ再現性を大幅に改善でき、その結果、フォトリソの高精度な加工を行うことができる。

【 0 0 6 4 】

請求項 2 及び 7 記載の発明によれば、保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けて、基板上に膜を形成し、基板上のパターン膜の白欠陥を修正し、また、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射して、基板上の不要なパターン膜を除去し、基板上のパターン膜の黒欠陥を修正するので、レーザ CVD による成膜作用によりパターン膜の白欠陥を修正する機能とレーザ光でパターン膜の残留部分を蒸散させるパターン膜の黒欠陥を修正する機能とを、1 台のパターン修正装置で実現することができる。

【 0 0 6 5 】

請求項 3 記載の発明によれば、保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、ガス供給手段から供給される酸素ガスをガス導入手段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けるとともに、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射して、基板上の不要なパターン膜を酸化させ、また基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射して、酸化されたパターン膜を剥離させ、このパターン膜の酸化及び剥離の工程を繰り返すことにより、基板上の不要なパターン膜を除去して基板上のパターン膜の黒欠陥を修正するので、基板のダメージを浅く抑えることができ、また膜の除去により生成された微粒子が沈降し易くなり、基板への再付着をさらに低減することができるなどの効果を奏する。

【 0 0 6 6 】

請求項 4 及び 8 記載の発明によれば、ガス供給手段から供給される、ガス導入

手段のレーザ光を導入する窓の曇りを防止するパージガス及びCVDに必要なCVDガスのうちのキャリアガスの主成分をヘリウムとしたので、一層、欠陥修正時に発生する微粒子が基板上に再付着するのが抑制され、より高精度な基板のパターン膜の加工を行うことができる。

【0067】

請求項5及び9記載の発明によれば、保持手段を、基板を吸着して保持する吸着ユニットとしたので、基板の加工面を容易に下向きに保持することができる。

【0068】

請求項10記載の発明によれば、基板が透明であって、吸着ユニットの上板が透明とされ、基板の上方に配置された基板を照明する透過照明手段が設けられ、吸着ユニットの上板のガラス厚と基板の厚みとを合計した厚みに対して、透過照明手段の照明光の光学歪みを補正するように構成したので、高解像度の透過光観察ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のパターン修正装置の全体を示す構成図である。

【図2】 ガスウインドウ部の具体的構成を示す断面図である。

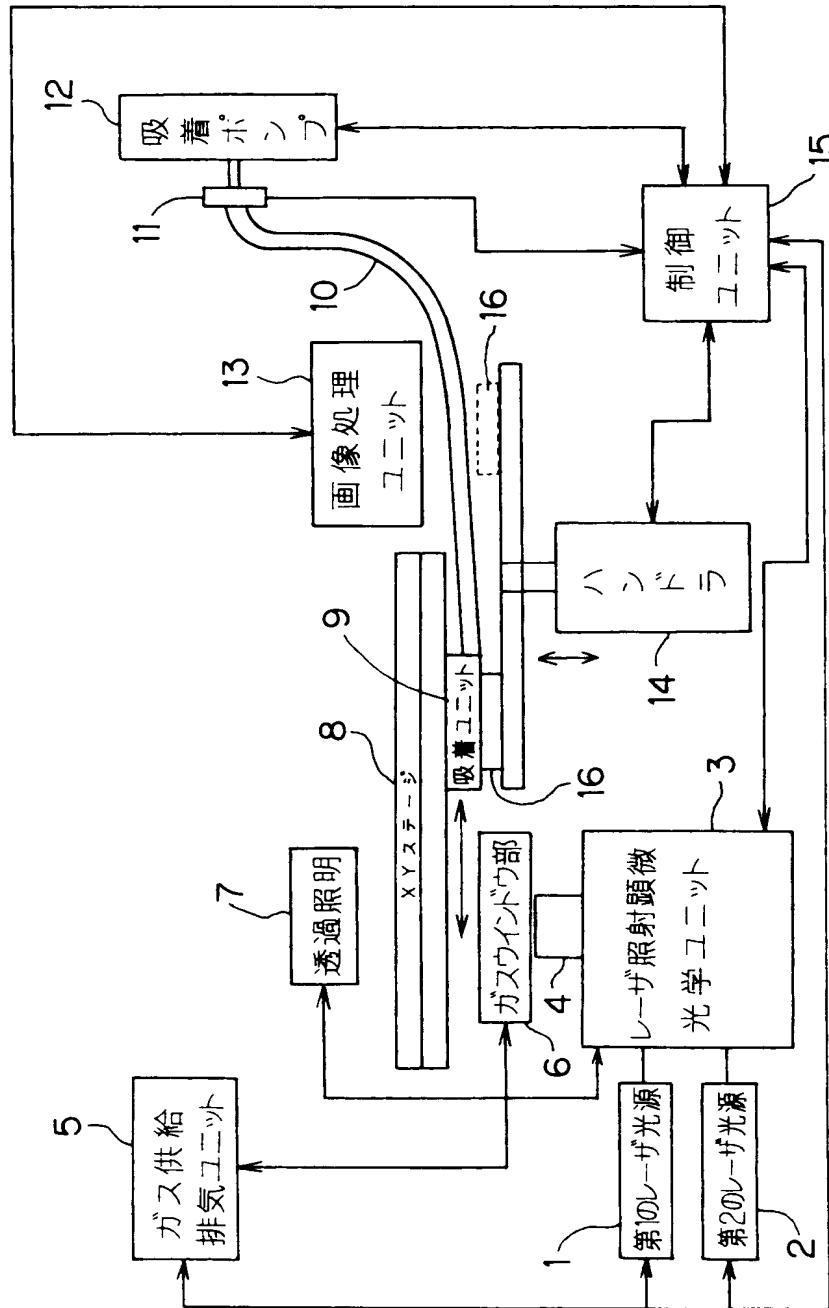
【図3】 吸着ユニットの具体的構成を示す断面図である。

【符号の説明】

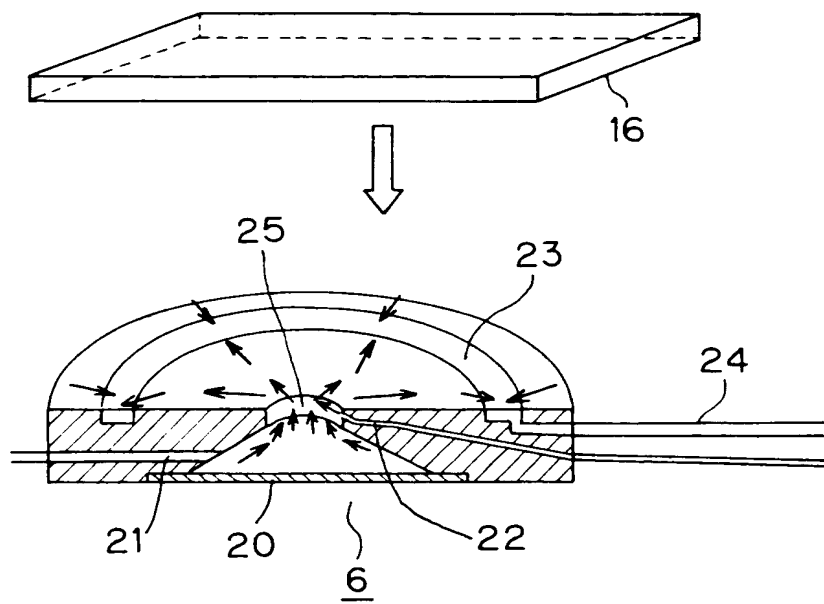
- 1 第1のレーザ光源（レーザ光源）
- 2 第2のレーザ光源（レーザ光源）
- 3 レーザ照射顕微光学ユニット（レーザ照射観察手段）
- 5 ガス供給排気ユニット（ガス供給手段、ガス供給排気手段）
- 6 ガスウインドウ部（ガス導入手段）
- 7 透過照明（透過照明手段）
- 9 吸着ユニット（保持手段）
- 20 窓
- 31 透明カバー（上板）

【書類名】 図面

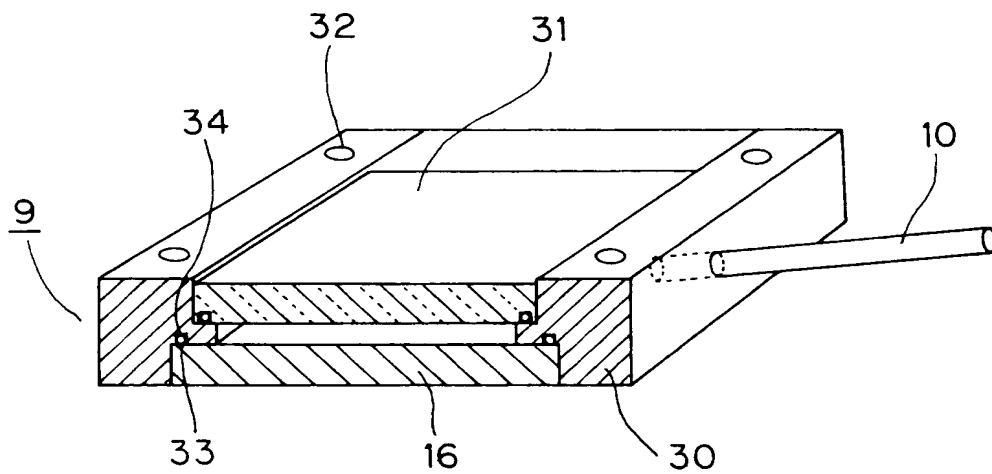
【図1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来び白欠陥の修正方法では、レーザCVD時に生成した微粒子がCVDの核となり膜が形成され、レーザ光の照射形状の外側に膜のエッジが膨らんでしまう。

【解決手段】 保持手段で基板の加工面を下向きに保持し、基板の下方から基板の加工面に対してレーザ光を照射するとともに、ガス供給手段から供給されるガスをガス導入手段を通じて基板のレーザ照射部に吹き付けて、基板上に膜を形成し、基板上のパターン膜の白欠陥を修正する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名 日本電気株式会社